

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 23-158
補助事業名 平成23年度 アルミダイカストの疲労強度評価法の開発 補助事業
補助事業者名 福井大学大学院 工学研究科 原子力・エネルギー安全工学専攻
計算固体力学研究室 准教授 桑水流 理

1 補助事業の概要

(1) 事業の目的

アルミニウム合金ダイカストには、鑄造欠陥として鑄巣（空洞欠陥）が混入し、製品によって鑄巣の量・分布・形状は大きくばらつき、疲労強度のばらつきの原因となっている。鑄巣のばらつきを考慮した応力集中係数評価ができれば、鑄巣と強度の関係を定量的に評価でき、鑄巣の効率的な管理が可能となる。そこで本研究では、鑄巣群まわり応力集中係数の経験的・確率論的予測式を開発する。これにより、時間と費用のかかるX線CT検査、および計算コストのかかる有限要素解析を介さなくても、ある程度、鑄巣の混入状態に関する情報があれば、工学的に十分な精度で、鑄巣群まわり応力集中係数を手計算で予測できるようにする。応力集中係数がわかれば、鑄巣による疲労強度の低下量を予測することも可能となり、効率的な疲労強度設計が可能となる。

(2) 実施内容

http://csm.npes.u-fukui.ac.jp/PDF/201205_JKA_introduction.pdf

モンテカルロ法を用いて、ランダム鑄巣群モデル（図1参照）を作成し、鑄巣群まわりの応力集中を経験的2孔間応力集中係数予測式を用いて評価した。ただし、球形の鑄巣のみを対象とし、鑄巣の配置は一様乱数で、鑄巣の半径は正規乱数で決定した。また、2孔間予測式を用いることにより、有限要素解析が実施できないような膨大な数の鑄巣の評価が可能となる。それにより十分な統計データを取得し、信頼できる応力拡大係数の確率密度分布を取得した。

一方、20個程度のランダム球形鑄巣を対象とし、有限要素解析による正確な応力評価（図2参照）と、2孔間予測式による簡易応力評価の結果を比較し、2孔間予測式による簡易応力評価の精度を検証した。その結果、鑄巣サイズのばらつきが大きいとき（半径の変動係数0.5）に、精度の低下がみられ、場合によっては約20%の誤差を生じることが分かった。しかし、ある程度ばらつきの小さい場合（半径の変動係数0.1以下）、10%以下の誤差で最大応力を評価できることがわかった。

空孔率、鑄巣半径の平均値と標準偏差を系統的に変化させ、2孔間予測式を用いたモンテカルロシミュレーションにより応力集中係数の確率密度分布をそれぞれ得た。その結果、応力集中係数のばらつきは、鑄巣半径の平均値および標準偏差には依存しない

いことが明らかとなった（図3参照）。そこで、応力集中係数を空孔率と発生確率の関数として近似することにより、ランダム鑄巣群まわりの確率論的応力集中係数予測式（多孔間予測式）を開発した（図4参照）。

引け巣クラスターへ多孔間予測式を適用したところ、連続研磨画像に基づく有限要素均質化解析の結果と、ほぼ同等の最大応力評価結果を得ることができ、多孔間予測式の妥当性が確認できた。

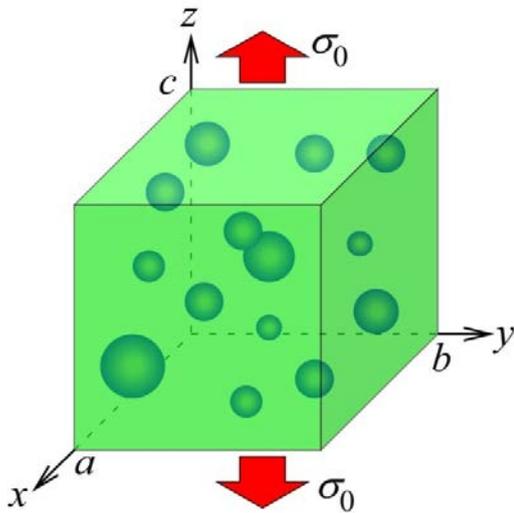


図1 ランダム鑄巣モデルの引張

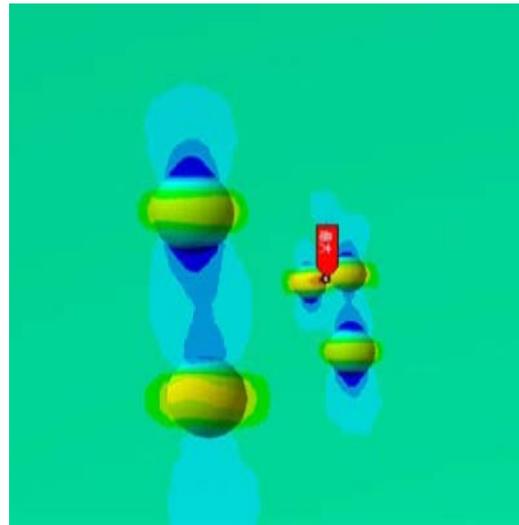


図2 応力解析の例（断面表示）

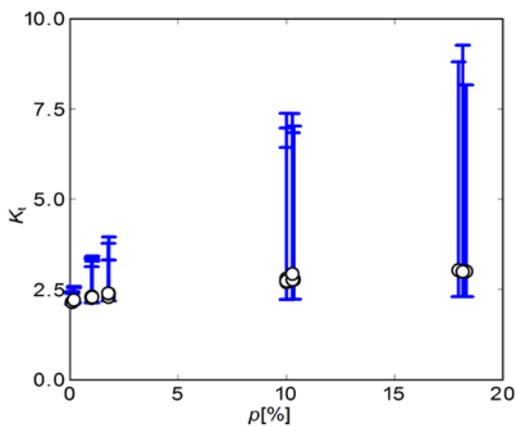


図3 鑄巣体積率と応力集中係数の関係

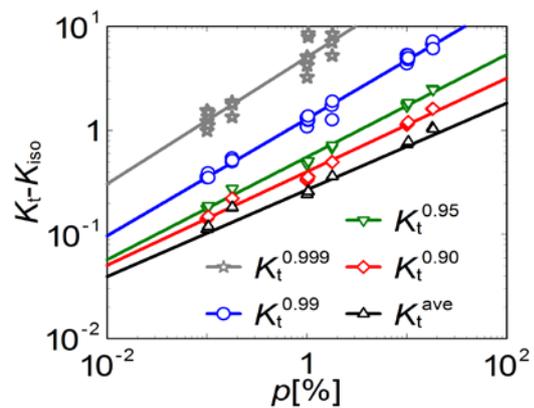


図4 危険度毎の応力集中係数予測曲線

2 予想される事業実施効果

鑄造欠陥はどうしてもばらつきが大きくなってしまいうため、従来は鑄造欠陥の材料強度への影響の評価が困難であった。そのため、極限まで鑄巣量を低減する鑄造方案が求められ、時間とコストの無駄を生じていた。しかし、本研究で開発した経験的予測式を用いることにより、ランダム鑄巣群まわりの応力集中係数が定量的かつ簡単に評価でき、ランダムな鑄巣の強度への影響が確率論的に評価できるようになる。つま

り、鑄巣まわりの応力集中による疲労強度の低下を、応力集中係数から定量的に評価できるようになる。このとき、設計者に必要なパラメータは鑄巣体積率と発生確率（危険確率）だけなので、実用性が高い。よって、欠陥と強度の関係が明確になり、部材の重要度に応じて、鑄巣の混入をある程度許した鑄造方案が可能となるので、コスト削減につながり、鑄造欠陥の管理効率が飛躍的に向上する。更に、鑄巣の強度への影響が定量的に評価できるようになるので、無駄な安全率を省くことで、部材の軽量化を図ることができ、小型自動車等の部品に使われるアルミダイカスト製品の性能向上に貢献すると期待できる。

3 本事業により作成した印刷物等

[Multiscale Analysis of Die Cast Aluminum Alloy to Consider Clustered Shrinkage Pores](#)

[径の異なる2つの球形鑄巣まわりの応力集中係数予測](#)

[モンテカルロ法によるランダム空孔群まわり応力集中係数予測](#)

4 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 福井大学大学院 工学研究科 原子力・エネルギー安全工学専攻
計算固体力学研究室

(フクイダイガクダイガクイン コウガクケンキュウカ
ゲンシリョク・エネルギーアンゼンコウガクセンコウ
ケイサンコタイリキガクケンキュウシツ)

住 所： 〒910-8507

福井県福井市文京3丁目9番1号

代表研究者名： 准教授 桑水流 理 (クワヅル オサム)

電話番号： 0776-27-9728

FAX番号： 0776-27-9728

E-mail： kuwa@u-fukui.ac.jp

URL： <http://csm.npes.u-fukui.ac.jp/>